

职业院校电气运用与维修专业教学用书

设备电气故障诊断 与排除

程 周 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

职业院校电气运用与维修专业教学用书

设备电气故障诊断与排除

程 周 主编

高等教育出版社

内容简介

本书是职业院校电气运用与维修专业系列教材之一。

本书将电子、电机、电控和可编程控制器等自动化控制的关键技术相互贯通,重点介绍有关故障诊断与排除方面的技术。本书内容包括:电子电路元器件的识别与检测、模拟电路的故障诊断与排除、数字电路的故障诊断与排除、电动机的故障诊断与排除、电气控制线路的故障诊断与排除、可编程控制器(PLC)系统的故障诊断与排除。

本书可供电气自动化专业、机电控制技术专业、电子技术及应用专业、自动化仪表专业使用,也可作为工程技术人员参考书。

图书在版编目(CIP)数据

设备电气故障诊断与排除/程周主编. —北京:高等教育出版社,2007.12

ISBN 978-7-04-022610-2

I. 设… II. 程… III. ①电气设备-故障诊断-高等学校:技术学校-教材②电气设备-故障修复-高等学校:技术学校-教材 IV. TM07

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 177462 号

策划编辑 李宇峰 责任编辑 许海平 封面设计 于涛
责任绘图 朱静 版式设计 张岚 责任校对 王超
责任印制 宋克学

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 高等教育出版社印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 17
字 数 410 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landraco.com>
<http://www.landraco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2007 年 12 月第 1 版
印 次 2007 年 12 月第 1 次印刷
定 价 22.80 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 22610-00

前 言

本书编写的目的是为了满足不同电类专业对电子、电机、电控和可编程序控制器等电气控制关键技术在故障诊断与排除方面的需求,力求使学生在学习“电子技术基础”、“电机与电气控制”、“可编程序控制器”等课程后,通过本书的学习,掌握电气设备各基本单元的故障诊断与排除技术,使学生具有一定的排除故障、解决实际问题的能力。

本书内容突出了工程技术应用的基础知识与中高级技能型、应用型人才应该具备的专业知识,内容组织上突出职业教育特色,特别注重基础知识与技术应用之间的关系。在知识与技能、理论与实践、通用知识与专业知识的关系上,处理得恰到好处。各部分知识内容比例协调,深浅适宜,选材上渗透职业教育的理念,体现了以就业为导向,适应经济社会和科学进步的需要。

本书介绍了电子电路、电气线路、电机、可编程序控制器在实际应用中故障诊断与排除的方法和技术,这些内容既有联系,又可相对独立,可根据专业特点全部或部分选学。本书内容包括电子电路元器件的识别与检测、模拟电路的故障诊断与排除、数字电路的故障诊断与排除、电动机的故障诊断与排除、电气控制线路的故障诊断与排除、可编程序控制器(PLC)系统的故障诊断与排除。重点分析各基本单元电路的故障诊断与排除方法,注重对分析问题和解决问题能力的培养,强调学会基本方法,掌握基本技能,通过实例进行故障诊断与排除,达到举一反三的目的。

本书适用于中等职业院校机电控制技术专业、电气自动化专业、电子技术及应用专业、自动化仪表类专业使用。对于工程技术人员来说,本书也是一本很好的自学教材和参考书。

本书由程周任主编,并编写第三章,第二章的五、六节及各章的习题;秦文胜编写第一章;钱逸秋编写第二章的一、二、三、四节;王道全编写第四章;李乃夫编写第五章;郑晓峰编写第六章。全书由程周统稿。本书由骆青主审,主审以高度负责的精神,认真仔细地审读了全书,并提出许多宝贵的修改意见。由于编者水平有限,书中难免存在缺点和疏漏,恳请广大读者批评指正。

编者的联系电子邮箱:ahchzh@163.com。

编 者

2007年8月

目 录

第一章 电子电路元器件的识别	
与检测	1
第一节 电阻器的识别与检测	1
一、普通电阻器的识别	1
二、普通电阻器的检测	4
三、特殊电阻器介绍	4
第二节 可变电阻器及电位器的识别	
与检测	5
一、可变电阻器的识别与检测	5
二、电位器的识别与检测	7
第三节 电容器的识别与检测	9
一、固定电容器的识别	9
二、固定电容器的检测	12
三、可变电容器	13
第四节 电感器与变压器的识别	
与检测	14
一、电感器的识别与检测	14
二、变压器的识别与检测	16
第五节 二极管的识别与	
检测	18
一、二极管的识别	18
二、二极管的检测	20
三、常用二极管用途的介绍	21
第六节 晶体管的识别与检测	21
一、晶体管的识别	22
二、晶体管的故障及检测	27
第七节 场效应晶体管的识别	
与检测	27
一、场效应晶体管的识别	28
二、场效应晶体管的检测	30
第八节 晶闸管与单结晶体管的识别	
与检测	30
一、晶闸管的识别与检测	31
二、单结晶体管的识别与检测	32
第九节 集成电路的识别与检测	33
一、集成电路的识别	34
二、集成电路的检测	36
第十节 专用电子器件的应用	
举例	36
一、桥堆	37
二、石英晶体振荡器	38
三、陶瓷滤波器	38
四、声表面滤波器 SAWF	39
五、亮度延迟线和色度延迟线	39
六、厚膜集成功放	40
七、三端集成稳压电路	41
第十一节 电子电路诊断与维修常用	
工具和仪表	41
一、常用工具	41
二、常用仪器、仪表	44
第十二节 电子电路印制电路板的	
设计与制作	45
一、印制电路板的作用及类型	45
二、印制电路板的设计	45
三、印制电路板的制作	46
第十三节 电子电路焊接技术	48
一、焊接点的形成过程及质量要求	48
二、焊料与焊剂的选用	48
三、手工焊接的基本要求及注意事项	49
习题	50

第二章 模拟电子电路的故障诊断

与排除 55

第一节 电子电路或系统的

可靠性 55

一、元器件的可靠性 55

二、电子电路或系统的故障率 57

三、电子电路或系统的故障率曲线 57

四、提高电子电路或系统可靠性的技术
措施 58

第二节 模拟电子电路的故障诊断

方法 64

一、故障诊断前的准备 64

二、故障诊断的基本方法 64

三、故障诊断的基本步骤 65

第三节 一般放大电路的故障诊断

与排除 66

一、基本共射级放大电路的工作原理 66

二、放大电路故障诊断 67

三、多级放大电路的故障诊断 70

第四节 电源电路故障诊断

与排除 71

一、稳压电源的组成及常见故障的
诊断方法 71

二、稳压电源故障诊断实例 74

第五节 振荡器故障诊断与排除 78

一、振荡器的组成与常见故障诊断 78

二、常见振荡器的故障诊断 80

第六节 晶闸管线路故障诊断

与排除 94

一、晶闸管与双向晶闸管
故障诊断 94二、利用晶闸管控制的报警器电路及
故障诊断 95

三、灯光调节器的电路及故障诊断 99

四、灯闪烁器电路及故障诊断 101

五、电动机转速控制电路及故障
诊断 103

习题 104

第三章 数字电子电路的故障诊断

与排除 108

第一节 数字电子电路逻辑量的

测量 108

一、脉冲信号发生器 108

二、同步示波器 112

三、逻辑测试仪 116

第二节 数字电子电路的测试

方法 117

一、组合逻辑电路的测试 117

二、时序逻辑电路的测试 118

第三节 数字基本单元电路故障诊断

与排除 120

一、波形变换电路及故障诊断 121

二、施密特触发器电路及故障诊断 124

三、逻辑接口电路故障诊断与排除 128

第四节 数字电子电路系统故障诊断

与排除 132

一、数字电子电路系统的故障类型 132

二、静态故障的诊断与排除 135

三、动态故障的诊断与排除 137

四、数字电子电路系统故障分析实例 143

习题 146

第四章 电动机的故障诊断与

排除 148

第一节 单相交流电动机的故障诊断

与排除 148

一、单相交流电动机分类及特点 148

二、单相电阻起动电动机的故障诊断 150

三、单相电容起动电动机故障诊断 150

四、电容运转式电动机故障诊断 151

五、罩极电动机故障诊断 151

六、单相电动机的维修 151

七、家用电器用电动机 152

第二节 三相交流异步电动机的故障

诊断与排除概述 154

第三节 三相交流异步电动机定子

绕组故障诊断与排除 156

一、三相交流异步电动机定子绕组绝缘电阻偏低的故障诊断与排除	156
二、电动机绕组对地短路故障诊断	158
三、绕组间短路故障诊断与排除	159
四、绕组断路的故障诊断与排除	160
第四节 三相交流异步电动机转子故障诊断与排除	161
一、笼型转子故障的检修	161
二、绕线式转子故障检修	162
第五节 三相电动机的拆装	163
一、电动机拆卸前的准备	163
二、拆卸皮带轮或联轴器	163
三、拆卸端盖	163
四、抽出转子	163
五、轴承的拆卸	164
第六节 直流电机的使用与维护	165
一、直流电机的分类与特点	165
二、直流电机的日常维护	165
三、换向器和电刷的维护	166
四、直流电机电刷的中性位置的确定	167
五、直流电机拆装	167
第七节 直流电动机故障的诊断与维修	168
一、直流电动机常见故障原因及维修	168
二、电枢绕组接地故障的诊断与维修	170
三、直流电动机定子磁极绕组故障诊断与排除	171
第八节 直流电动机换向器常见故障及维修	172
一、换向器的结构	172
二、换向器的常见故障及维修	172
三、电枢绕组与换向器之间的焊接	175
四、电刷系统常见故障诊断与排除	175
第九节 特殊电动机故障诊断与排除	177
一、电磁调速三相异步电动机	177
二、三相换向器电动机	180
习题	186

第五章 电气控制线路的故障诊断与排除	188
第一节 常用低压电器的故障诊断与排除	188
一、常用低压电器的识别	188
二、低压电器的常见故障诊断与排除	194
第二节 电气控制线路故障诊断与排除的基本方法	200
一、概述	200
二、电气控制线路故障诊断与检修的基本步骤和方法	201
第三节 基本电气控制线路的故障诊断与排除	203
一、交流异步电动机起动控制线路的故障诊断与排除	204
二、交流异步电动机制动控制线路的故障诊断与排除	210
三、交流异步电动机调速控制线路的故障诊断与排除	211
四、电动机行程位置控制线路的故障诊断与排除	212
第四节 机床电气控制线路的故障诊断与排除	213
一、机床电气设备的日常维护和保养	213
二、机床电气控制线路的故障诊断与排除	215
三、CW6163B 型车床电气控制线路的故障诊断与排除	217
四、X62W 型万能铣床电气控制线路的故障诊断与排除	220
习题	226
第六章 可编程控制器(PLC)系统的故障诊断与排除	230
第一节 PLC 常见故障种类及诊断方法	231
一、PLC 故障现象的分类和诊断步骤	231
二、PLC 常见故障及诊断方法	233
三、锂电池维护	237

第二节 PLC 的硬件故障诊断与排除	237	一、PLC 的软件故障诊断方法	250
一、系统硬件故障诊断与排除	237	二、系统软件故障诊断实例	251
二、CPU 单元的故障诊断与排除	240	第四节 提高 PLC 可靠性的措施	258
三、存储器的故障诊断与排除	241	一、工作环境和安装注意事项	258
四、PLC 电源的故障诊断与排除	242	二、系统供电	258
五、I/O 单元的故障诊断与排除	243	三、输入、输出电路和正确配线	259
六、PLC 的噪声故障	247	四、PLC 的接地	260
第三节 PLC 的软件故障诊断与排除	250	习题	260
		参考文献	262

第一章 电子电路元器件的识别与检测

元器件是组成电子电路的最基本单元。在对电子电路进行故障诊断与排除时,常常需要对元器件进行识别,对元器件的性能及好坏进行检测。本章主要介绍几种常用电子元器件的识别与检测的基本知识,并对一些新材料、新品种的器件也做一些简单介绍。

第一节 电阻器的识别与检测

电阻器(为叙述方便以下将电阻器简称为电阻,用字母 R 表示。 R 既用来表示一只电阻器,也用来表示其参数,其余电容 C 、电感 L 等也如此),它是电子电路中最常用的基本元件。电阻器的性能稳定,用途广泛,种类繁多,大体上可按性能分为普通电阻器和特殊电阻器两大类。前者即为电子电路中被大量使用的电阻器,后者则主要用于一些特殊要求的场合,如熔断电阻、压敏电阻、PTC 热敏电阻等。本节主要介绍普通电阻器的识别与检测,另外还将介绍一些特殊电阻器。

一、普通电阻器的识别

1. 外形、结构特征及图形符号

普通电阻器按其制作材料不同可划分成碳质电阻器、碳膜电阻器、金属膜电阻器以及线绕式电阻器等,它们的外形如图 1-1 所示。

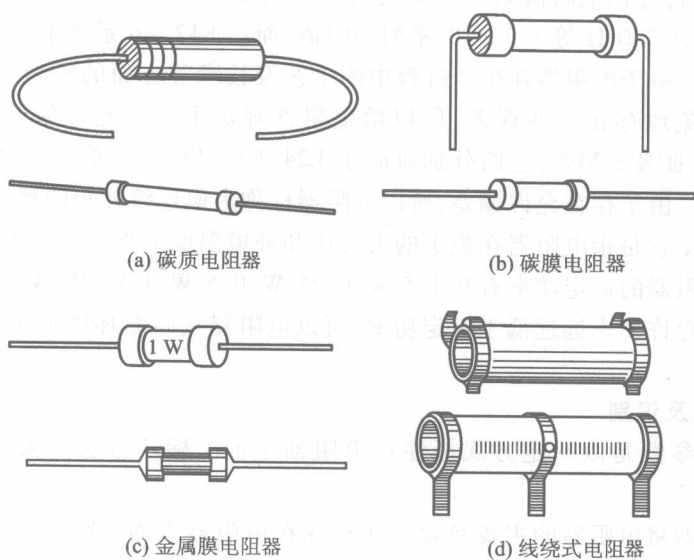


图 1-1 普通电阻器的外形图

普通电阻器的外形多为圆柱状,一般有两根引脚,且不分正、负极性;电阻器上标有电阻的有关参数,有直接标出的,也有用色环来表示的。相同类型的电阻器的体积越大,其功率也越大;而在相同功率的情况下,金属膜电阻器的体积小于碳膜和碳质电阻器的体积。

在如图 1-1 所示的几种电阻器中,碳质电阻器因质量较差,用得较少;线绕式电阻器的阻值小、功率大,多在直流或低频电路中使用;碳膜及金属膜电阻器的应用较为广泛。

电阻器在电路图中用字母“R”表示,其图形符号如图 1-2 所示,其中图 1-2(a)所示是我国国家标准规定的图形符号,图 1-2(b)所示的图形符号则多出现在进口产品的电路图中。

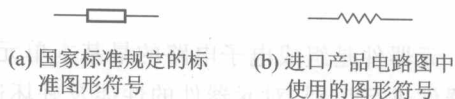


图 1-2 电阻器的图形符号

2. 主要参数

电阻器的主要参数有标称阻值、允许偏差及额定功率。

(1) 标称阻值 电阻器的阻值大小称为电阻器的标称阻值。为了方便生产和使用,国家规定了一系列的标准阻值作为产品的标准。我国电阻的标称阻值共有 E6、E12、E24、E48、E96、E192 六种系列,其中比较常用的是 E6、E12、E24 系列,如表 1-1 所示。

表 1-1 E6、E12、E24 标称阻值系列

系 列	偏 差	电阻的标称阻值
E24	I 级 $\pm 5\%$	1.0、1.1、1.2、1.3、1.5、1.6、1.8、2.0、2.2、2.4、2.7、3.0、3.3、 3.6、3.9、4.3、4.7、5.1、5.6、6.2、6.8、7.5、8.2、9.1
E12	II 级 $\pm 10\%$	1.0、1.2、1.5、1.8、2.2、2.7、3.3、3.9、4.7、5.6、6.8、8.2
E6	III 级 $\pm 20\%$	1.0、1.5、2.2、3.3、4.7、6.8

也就是说,电阻器的阻值应是以上系列标准阻值的 10^n 倍(n 取零或正、负整数),阻值选择的范围很广,但必须符合标准阻值系列所规定的值。例如,在 E24 系列中,若改变 n 值,可得到 $1.3\ \Omega$ 、 $13\ \Omega$ 、 $130\ \Omega$ 、 $1\ 300\ \Omega$ 等 1.3×10^n 系列的阻值,而在 E12、E6 系列中则没有。

(2) 允许偏差 由于电阻器在生产过程中的工艺及技术等方面的原因,电阻器的实际阻值与标称阻值不可避免地存在一些误差,所以给电阻器规定了一个允许偏差参数,共分为 I 级 $\pm 5\%$ 、II 级 $\pm 10\%$ 、III 级 $\pm 20\%$,它们分别对应于 E24、E12、E6 三个系列。允许偏差越小,表明电阻器的精度越高。由于存在允许偏差,所以电阻器标称阻值连续分布的意义不大。

(3) 额定功率 它是指电阻器在规定的大气压和环境温度下长期连续工作所允许承受的最大功率。常见的电阻器的额定功率有 $0.125\ \text{W}$ 、 $0.25\ \text{W}$ 、 $0.5\ \text{W}$ 、 $1\ \text{W}$ 、 $10\ \text{W}$ 等。值得一提的是,电阻器在高温时的允许功率远远低于额定功率,所以电阻器在高温环境下工作时应特别注意其功率值。

3. 参数的标注及识别

电阻器的主要参数是以一定方式标注在电阻器上的。标注方法主要有直标法和色标法两种。

(1) 直标法 即将电阻器的主要参数直接标注在电阻器上面,此方法多用于功率较大(体积较大)的电阻器,标注起来较方便。

(2) 色标法 即用不同颜色的色环(色码)表示电阻器的阻值及允许偏差,并标注在电阻器表面的方法。根据色环的环数又分为四色环表示法和五色环表示法。一般电阻器的阻值用两位有效数字表示即可,所以采用四色环表示法。而精密电阻器要用三位有效数字表示,则用五色环表示法。电阻器色码的含义如表 1-2 所示。

表 1-2 电阻器色码的含义

颜 色	第 1 色码	第 2 色码	第 3 色码 (倍乘)	第 4 色码 (允许偏差)
黑	0	0	$\times 10^0$	—
棕	1	1	$\times 10^1$	—
红	2	2	$\times 10^2$	—
橙	3	3	$\times 10^3$	—
黄	4	4	$\times 10^4$	—
绿	5	5	$\times 10^5$	—
蓝	6	6	$\times 10^6$	—
紫	7	7	$\times 10^7$	—
灰	8	8	$\times 10^8$	—
白	9	9	$\times 10^9$	—
金	—	—	$\times 10^{-1}$	$\pm 5\%$
银	—	—	$\times 10^{-2}$	$\pm 10\%$
本色	—	—	—	$\pm 20\%$

在使用色码含义表时,应注意以下几方面:

① 该表直接适用于四色环电阻器。五色环电阻器中的第 3 位色码的含义与表中第 1、2 位色码意义相同,第 4、5 位色码的含义则对应表中的第 3、4 位色码的含义。

② 允许偏差为 $\pm 20\%$ 时,电阻器上的色码为本色,此时 4 条色环的电阻器便只有三环了。

③ 在读色码时,要注意色码的正确顺序,第 1 个色码应紧靠电阻器的一端,有些小功率电阻器的 4 条色环是均匀分布在电阻器表面的,可根据金、银色是允许偏差色码,应作为最后一条色环来加以辨认色环顺序。

④ 表中阻值单位是欧[姆](Ω)。

下面举例说明色环电阻器的识别方法,两个色环电阻器的示意图如图 1-3 所示。

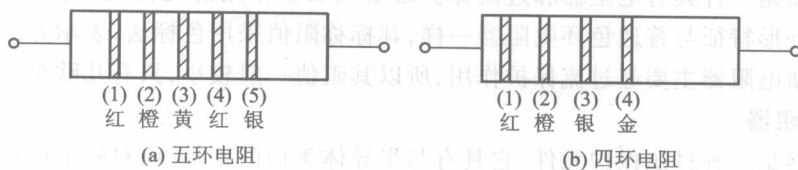


图 1-3 色环电阻器示意图

由色码含义表可知,如图 1-3(a)所示电阻器的阻值为 $234 \times 10^2 \Omega$,允许偏差为 $\pm 10\%$;如图 1-3(b)所示电阻器的阻值为 $23 \times 10^{-2} \Omega$,允许偏差为 $\pm 5\%$ 。

另外电阻器的额定功率有两种表示方法,对于 20 W 以上的电阻器,可直接将功率值标注在电阻上,而 20 W 以下的电阻器则由电阻器自身的体积大小来识别。

二、普通电阻器的检测

1. 故障特征

电阻器的故障率比较低,特别在小信号电路中的电阻器一般不易损坏,电阻器的损坏主要是因大电流的过流而引起。由于过流,将电阻器内部烧成开路,有时从外表可看到明显的烧焦现象。另外,因拆装过程中不小心,会导致电阻器引脚断掉,这也是电阻器主要故障之一。

2. 检测方法

一个好的电阻器从外观上看外形应端正、标志清晰、颜色光泽好,无腐蚀、无断裂、无烧焦变黑等现象,这些都可通过简单目测而初步判断电阻器的质量及故障情况。

对电阻器的检测主要是使用万用表的电阻挡来测量其阻值,从而判断电阻器的实际阻值与标称阻值是否相符,差值是否符合允许偏差,是否出现开路故障等。

测量时应注意以下几点。

(1) 所有测量均应在断电情况下进行。

(2) 测量时人手不能同时接触电阻器的两根引脚,以免人体电阻影响测量结果。

(3) 要根据电阻器的标称阻值大小选择合适的电阻挡量程,尽可能使读数落到接近满刻度的中间段,以提高读数的精度。这是由于万用表电阻挡刻度是非线性的,中间段的分度较细且准确。例如当检测标称值为 10Ω 和 $5.1 \text{ k}\Omega$ 的电阻器时,应分别采用电阻挡的 $R \times 1$ 挡和 $R \times 1 \text{ k}$ 挡。

3. 对测量结果的分析

若某电阻器的测量值为 R , R 等于或十分接近标称阻值,说明电阻器正常; R 远大于标称值,说明电阻器已开路; R 远小于标称值,说明电阻器存在短路故障; R 值不稳定,时通时断,说明电阻器已坏。

三、特殊电阻器介绍

以上介绍了普通电阻器的识别与检测的方法。近几年一些特殊电阻器已大量应用于各种电路,以适合某种特殊电路的要求。如熔断电阻器、热敏电阻器、压敏电阻器等。下面简单介绍这些电阻器。

1. 熔断电阻器

熔断电阻器是一种具有电阻器和过流保护熔断丝双重作用的元件,多用于直流电路进行过流保护。它的外形特征与普通色环电阻器一样,其标称阻值采用色标法,表示方法与普通电阻器相同。由于熔断电阻器主要起过流保护作用,所以其阻值一般较小,只有几欧至一百欧左右。

2. 压敏电阻器

压敏电阻器是一种过压保护元件,它具有与半导体类似的正、反向对称的电压、电流关系,如图 1-4 所示。

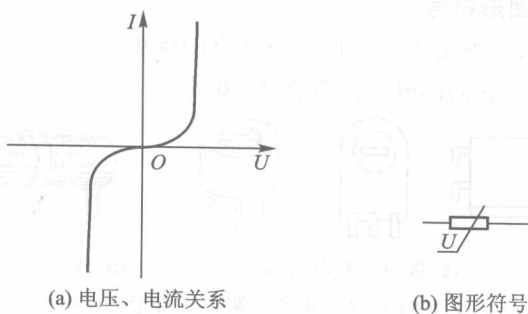


图 1-4 压敏电阻器的伏安特性及图形符号

由伏安特性可知,常压时,压敏电阻器的阻值较大,当压敏电阻器两端电压大到一定值时(出现过压),压敏电阻器的电流迅速增大,其阻值迅速变小。压敏电阻器的工作原理就相当于在电路中设置了一个能量通道,使过压产生的能量迅速消散,从而防止了过电压对电路中其他元件的损坏。

压敏电阻器的瞬时功率可达数千瓦,但它的平均持续功率却只有几瓦。

3. PTC 热敏电阻器

这是一种具有正温度系数的电阻器,在电路中多用作温度补偿元件。其外形及温度特性曲线如图 1-5 所示。

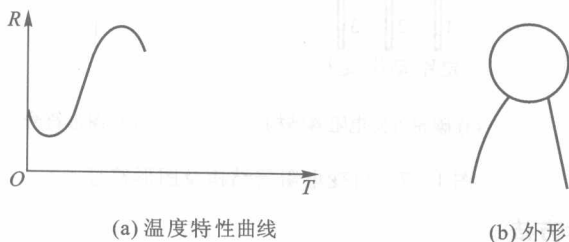


图 1-5 PTC 电阻器的温度特性曲线及外形

由 $R-T$ 曲线可知,常温时,PTC 热敏电阻器的阻值较小,当温度升高到一定值后,其阻值增大很多。利用这点可对 PTC 热敏电阻器的性能进行简单测试。

除了压敏、热敏电阻器外,另外还有磁敏、湿敏等敏感电阻器,它们在电路中分别发挥着各自特殊的作用,这些作用都是普通电阻器不可替代的。

第二节 可变电阻器及电位器的识别与检测

普通电阻器的阻值是基本固定的。而电子电路中,经常需要对电路中某段电阻值的大小进行调整和改变。本节将介绍阻值大小能在一定范围内变化的可变电阻器和电位器。

一、可变电阻器的识别与检测

可变电阻器又称微调电阻器,常用于一些阻值需调整而又不常变动的场合。

1. 外形、结构特征及图形符号

可变电阻器包括两种,一种是由于小信号条件下的碳膜可变电阻器,另一种是由于大功率条件下的线绕式可变电阻器。它们的外形图如图 1-6 所示。



图 1-6 可变电阻器的外形图

如图 1-6 所示,可变电阻器对外有 3 个引脚,其中有一个动片引脚和两个定片引脚。两个定片引脚之间可互换使用,而定片与动片之间却不可互换。在可变电阻器上均有一个旋转调整口或左右滑动片,改变调整口或滑动片的位置,便可进行阻值的调整。可变电阻器上的标称阻值是指两个定片引脚之间的电阻值,也是动片与某个定片之间可调节的最大阻值。碳膜可变电阻器的结构如图 1-7(a) 所示。可变电阻器的图形符号如图 1-7(b) 所示,用 R_p 表示。

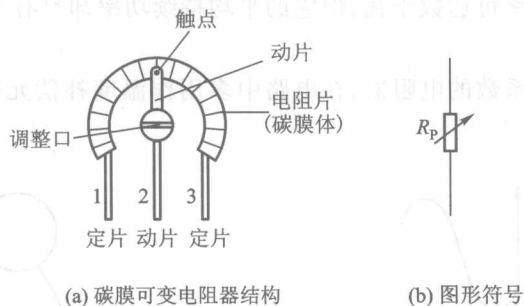


图 1-7 可变电阻器结构及图形符号

2. 主要参数及表示方法

可变电阻器的主要参数有两个:标称阻值和额定功率。标称阻值是指可变电阻器调节的最大电阻值;而额定功率则主要针对用于大功率条件下的可变电阻器的功率要求。

可变电阻器的标称阻值和额定功率参数均采用直标法表示。

3. 故障特征

可变电阻器的故障发生率比普通电阻器要高,主要有以下几方面的故障。

(1) 可变电阻器的触点与碳膜之间接触不良,使得动片与定片之间出现断续接通或根本不接通的情况。当碳膜表面有灰尘、碳膜磨损、碳膜因过流而烧坏时均会出现这类故障。

(2) 可变电阻器的引脚发生机械断裂。

一般来说,使用时间越长的可变电阻器发生引脚断裂的故障发生率也相对越高。

4. 检测方法

利用万用表的电阻挡测量有关引脚之间的阻值大小,从而检测出可变电阻器的质量及好坏。

(1) 测量两根定片引脚间的阻值,该值应等于可变电阻器的标称阻值。

(2) 测量一根定片与动片之间的阻值变化情况,当触点的位置改变时,该阻值应从零连续变化到标称阻值。

在检测过程中,若两定片之间的阻值远大于标称阻值,则可认为可变电阻器已出现开路故障;若某一定片与动片之间的阻值变化出现零欧或阻值不稳定的情况时,则可认为可变电阻器已经损坏,应予以修理或更换。另外,检测时,应注意选择适当的万用表量程。

二、电位器的识别与检测

电位器的结构和作用与可变电阻器基本相似,它们都是阻值可调的电阻器,但两者之间仍存在许多明显的区别。

1. 外形、结构特征及图形符号

电位器有线绕式和非线绕式两大类,其中常用的电位器多为非线绕式的。非线绕式电位器的种类较多,按其调节方式不同,大体上可分为旋转式和直滑式两种,它们的外形如图 1-8 所示。

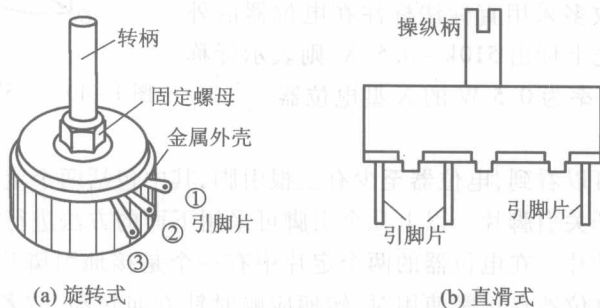


图 1-8 常见电位器的外形图

与可变电阻器一样,电位器也是由定片和动片组成,对外有 3~4 根引脚。与可变电阻器不同的是,电位器有操纵柄(转柄)和金属外壳,操纵柄用来控制动片在定片上的滑动,从而改变电阻值,而金属外壳则起到屏蔽和抑制干扰的作用。

电位器用字母 R_p 表示,其图形符号如图 1-9 所示,其中一般电位器图形符号如图 1-9(a)所示,双联同轴电位器的图形符号如图 1-9(b)所示。

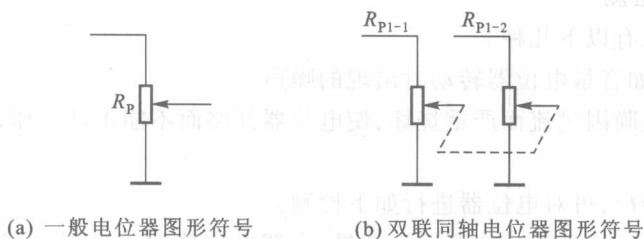


图 1-9 电位器的图形符号

2. 主要参数及表示方法

电位器的主要参数除有标称阻值、允许偏差和额定功率外,还有动噪声参数和阻值变化类型。

(1) 标称阻值及允许偏差 电位器的标称阻值是指两个定片引脚之间的阻值,也是动片与某一定片之间可调的最大阻值。常用非线绕式电位器的标称阻值采用 E6 系列,其允许偏差分

为三级,即Ⅰ级($\pm 5\%$)、Ⅱ级($\pm 10\%$)和Ⅲ级($\pm 20\%$)。

(2) 额定功率 指电位器在规定条件下所能承受的最大允许功耗。非线性绕式电位器的额定功率系列为 0.025 W、0.05 W、0.1 W、0.5 W、1 W、2 W、3 W 等。

(3) 动噪声 这是衡量电位器性能的重要参数。产生的原因主要有两个方面,一是两定片引脚之间的电阻体阻值不均匀;二是动片触点与电阻体的接触噪声。动噪声大,对电子设备的运行将带来不良影响,所以动噪声参数越小越好。

(4) 阻值变化类型 是指随着电位器的调节,其输出阻值变化规律与操作柄机械进程之间的关系,包括三种类型,即指数型(Z)、对数型(D)和线性型(X),如图 1-10 所示。它们在电路中各有不同的应用。除 X 型外,其他两种类型的电位器的两个定片不可以互换使用。

电位器的以上参数多采用直标法标注在电位器的外壳上。如在电位器外壳上标出 510k-0.5/X,则表示标称阻值为 510 k Ω 、额定功率为 0.5 W 的 X 型电位器。

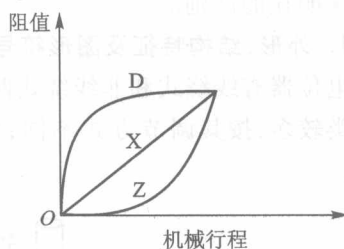


图 1-10 三种电位器的阻值变化曲线

3. 引脚识别方法

从电位器的外形可以看到,电位器至少有三根引脚,其中包括两个定片和一个动片。有的电位器还有外壳引脚与开关引脚片。以上几个引脚可采用下面的方法进行简单识别。

(1) 识别定片和动片 在电位器的两个定片中有一个是接地引脚片,另一个是信号加入的热端引脚定片。由于电位器在正常使用时,转柄应顺时针方向转动,故若将转柄向左旋到头时,与动片之间的阻值为零的定片为接地引脚片,另一个则为热端引脚片。而动片往往在两个定片之间。

(2) 识别外壳引脚片 用万用表的电阻挡测量各引脚与金属外壳间的电阻大小,阻值为零的引脚片即为外壳引脚片。

(3) 识别开关引脚片 这是一对(两根)引脚片,多设在电位器的背面(与转柄相对),两引脚片之间的阻值为无穷大或零,分别对应开关的断或通。

4. 故障特征及检测

电位器常见故障有以下几种。

(1) 动噪声大,如音量电位器转动时出现的噪声。

(2) 电位器的碳膜因过流而严重烧坏,使电位器开路而不能正常工作,甚至出现经电位器传输的信号消失现象。

根据以上故障特征,可对电位器进行如下检测:

(1) 试听检查法 这种方法主要用于音量、音调电位器的动噪声检测。让电路处于通电工作状态,然后调节电位器的操作柄,调节过程中若扬声器传出了噪声,则说明电位器存在动噪声大的故障;若几乎听不到什么噪声,则电位器的动噪声参数基本正常。

(2) 阻值检测法 先检测电位器两定片之间的阻值是否与标称阻值基本一致,若远大于或远小于该值,都说明电位器出现问题;再检测阻值变化情况,用万用表的两根表笔分别接电位器的动片和任一定片,缓慢而均匀地调节电位器的操作柄,其阻值应在零至标称阻值间连续变化,且在整个调节过程中,表针不应出现跳动或左右摆动的现象,否则电位器可能存在动片触点与碳

膜接触不良的故障。

当电位器出现动噪声大或阻值变化不稳定的故障时,应对电位器进行纯酒精清洗、润滑或适当的维修,必要时予以更换。

另外,一个好的电位器的旋转轴及操纵柄应调节灵活,手感松紧适当,电位器的开关应动作干脆、通断可靠;外观检查应无断裂和腐蚀现象。这些都可对电位器的质量好坏进行初步判断。

电位器与可变电阻器的结构和工作原理基本相似,但它们也存在许多区别,如动片的操作方式、输出阻值的分布特性均不同;另外电位器的体积稍大,结构牢固,寿命长;电位器有双联的,并可附设开关,而可变电阻器则没有。

第三节 电容器的识别与检测

电容器简称电容,它也是组成电路的基本元件。它在电路中具有隔直流、通交流的特点,可用于耦合、滤波、过压保护或与电感元件组成振荡器等。与电阻器相比较,电容器的故障发生率较高,检测也复杂些。

电容器种类繁多,大体上可分为固定电容器和可变电容器两大类,本节主要介绍固定电容器的识别与检测,并对可变电容器进行简单介绍。

一、固定电容器的识别

1. 外形特征及图形符号

固定电容器包括普通电容器和电解电容器两种,其中普通电容器的容量较小,电容量一般小于 $1\ \mu\text{F}$,而电解电容器的电容量一般都大于 $1\ \mu\text{F}$ 。另外,这两种电容器的外形特征也各不相同。

(1) 普通电容器的外形 普通电容器的外形有圆柱形、长方形、圆片状等,有两根不分正、负极性的引脚,其体积有的比电阻大,也有的比电阻小。电容器的表面标有电容器的有关参数,根据电容器所采用介质材料的不同,普通电容器分为涤纶电容器、纸介电容器、瓷介电容器、云母电容器、玻璃釉电容器等,其外形如图 1-11 所示。



图 1-11 普通电容器外形图

(2) 电解电容器的外形 电解电容器的外形多是圆柱形的,外壳颜色多为蓝色或黑色,两根引脚有正、负极性之分,在电容器的外壳上标有电容器的有关参数和极性标志,有的电容器没有直接标出引脚极性,而通过引脚的相对长短来识别,通常长引脚对应的是正极。还有的电解电容器只有正极引脚,负极引脚为电容器的外壳。电解电容器的容量虽然较大,但其漏电流也较大,